

HET MATCHEN VAN ZINNEN BIJ PLAATJES DOOR BROCA AFASIEPATIËNTEN: EEN HERSENPOTENTIALAAL STUDIE

Marlies Wassenaar¹ en Peter Hagoort^{1,2}

¹ Max Planck Instituut voor Psycholinguïstiek, Nijmegen

² F.C. Donders Centre for Cognitive Neuroimaging, Nijmegen

Inleiding

Patiënten met een afasie van Broca staan bekend om hun problemen met syntaxis in de taalproductie. De geproduceerde zinnen zijn veelal kort en eenvoudig. Vaak worden functiewoorden weggelaten en ontbreken verbuigingen van werkwoorden. De meeste patiënten hebben echter niet alleen moeite met het gebruiken van syntactische informatie bij het *produceren* van zinnen, maar ook met het *begrijpen* ervan. Deze problemen bij het begrijpen van zinnen worden vooral evident wanneer de kennis over de specifieke woordbetekenissen alleen onvoldoende is om tot een juiste interpretatie van de uiting te komen. Om het betekenisverschil tussen de zinnen "De kroonprins kust zijn verloofde" en "De kroonprins wordt gekust door zijn verloofde" te begrijpen is kennis van de woorden 'kroonprins', 'kussen' en 'verloofde' niet genoeg. Om het verschil vast te kunnen stellen zal een luisteraar in beide zinnen 'de kroonprins' als grammaticaal onderwerp van de zin herkennen, maar zal hij/zij in de actieve zin aan dit grammaticale onderwerp de thematische rol van agens moeten toekennen en in de passieve zin de rol van degene die de handeling ondergaat (patiënt).

Caramazza & Zurif (1976) hebben laten zien dat de syntactische begripstoornis duidelijker zichtbaar wordt in zinnen waar de betekenis geen compenserende rol kan spelen. Zo hebben Broca-patiënten bijvoorbeeld meer moeite met *semantisch reversibele* zinnen zoals "De jongen duwt het meisje" (het meisje had ook de jongen kunnen duwen) dan met *semantisch irreversibele* zinnen, zoals "De aap eet een banaan" (een banaan kan geen aap eten). De syntactische complexiteit van een zin heeft ook een effect op het begrip. Zo worden passieve zinnen over het algemeen moeilijker begrepen dan actieve zinnen (maar zie Berndt, Mitchum, & Haendiges, 1996).

Sentence - picture matching

Een veel gebruikte procedure om dit soort grammaticale begripstoornissen te onderzoeken is de zogenaamde 'sentence-picture matching taak'. In deze taak krijgt de proefpersoon een set plaatjes te zien en moet vervolgens daaruit het plaatje selecteren dat correspondeert met een gehoorde uiting. Op grond van de fouten die een patiënt daarbij maakt worden conclusies getrokken over de aard van de taalbegripstoornis. Deze methode levert echter geen informatie op over mogelijke veranderingen in het *tijdsverloop* van de talige verwerking bij afasiepatiënten. Het registreren van hersenpotentialen is daarentegen een methode waarmee wel temporele aspecten van een gestoorde taalfunctie onderzocht kunnen worden. In de hier gerapporteerde studie hebben we geprobeerd om de *sentence-picture matching* benadering en het meten van *hersepotentialen* in één experiment samen te brengen.

Event-related potentials (ERP's)

De continue elektrische activiteit van de hersenen kan met behulp van elektroden geplaatst op de schedel geregistreerd worden: het electro-encephalogram (EEG). Wanneer het EEG gemeten wordt terwijl een proefpersoon bijvoorbeeld naar een bepaalde stimulus luistert of kijkt en dit EEG vervolgens gemiddeld wordt over een aantal aanbiedingen van de stimulus, dan ontstaat een patroon van negatieve en positieve pieken in het EEG. Deze pieken zijn de hersenpotentialen of Event-related Potentials (ERP's). Kwalitatief verschillende hersenpotentialen zijn gerapporteerd voor semantische en syntactische aspecten van taalverwerking (zie Hagoort & Brown, 1993; Osterhout et al., 1997). De ERP-methode staat een continue *on-line* registratie toe van het taalverwerkingsproces zoals die zich afspeelt in de tijd.

Sentence-picture matching on-line

Het doel van het huidige experiment was om een on-line versie van de sentence-picture matching taak te ontwikkelen. Proefpersonen zien een plaatje en horen daarna een zin die wel/niet overeenkomt met dat plaatje. Vervolgens nemen zij een beslissing of de zin ermee correspondeert of niet. Tijdens deze taak wordt continu het EEG geregistreerd. Het idee is dat een gezonde proefpersoon een representatie zal maken van de visuele gebeurtenis van het plaatje. Voorts wordt een representatie gemaakt van de zin op basis van de binnenkomende woorden. Deze zinsrepresentatie wordt dan on-line vergeleken met de representatie van de visuele gebeurtenis. In deze studie wilden we antwoord krijgen op de volgende vragen.

1. Hoe ziet het ERP profiel van gezonde ouderen eruit wanneer zij zinnen horen die al dan niet overeenkomen met plaatjes?
2. Verschillen de ERP effecten van de Broca-patiënten van de gezonde controles?
3. Wat is de relatie tussen de ERP-effecten en de gedragsresponsen?

Methode

Proefpersonen

Een controlegroep van 15 gezonde ouderen en 10 patiënten met een afasie van Broca participeerden in deze studie. De classificatie van het afasiesyndroom vond plaats op basis van de testresultaten op de Akense Afasie Test (AAT) en een spontane taalsample. De etiologie van de afasie was in alle gevallen een enkel CVA links. Op basis van de subtest Taalbegrip van de AAT varieerde de ernst van de begripstoornis van matig tot mild.

Stimulus materiaal

Plaatjes en zinnen waren afkomstig uit een Nederlandse aanpassing van 'Satzverstehen', een Duits supplement op de AAT (Huber et al., 1993). Drie zinstypen (zie figuur 1) werden geselecteerd: 1) semantisch irreversibel, actief; 2) semantisch reversibel, actief; 3) semantisch reversibel, pas-

Type I: semantisch irreversibel (actief)



= De jonge vrouw op dit plaatje leest het spannende boek



≠ Het spannende boek op dit plaatje leest de jonge vrouw

Type II: semantisch reversibel (actief)



= De lange man op dit plaatje duwt de jonge vrouw



≠ De lange man op dit plaatje duwt de jonge vrouw

Type III: semantisch reversibel (passief)



= De vrouw op dit plaatje wordt geduwd door de lange man



≠ De vrouw op dit plaatje wordt geduwd door de lange man

Figuur 1: Voorbeelden van het stimulusmateriaal voor de 3 zinstypen. = : zin correspondeert met plaatje; ≠ : zin correspondeert niet met plaatje. De mismatch voor Type I is gerealiseerd door het omkeren van het grammaticaal subject en object van de matching zin, voor Type II and III door het laten zien van plaatjes waarin de thematische rollen van agens en thema omgedraaid zijn.

sief. Deze typen zijn gekozen omdat hiermee ingezoomd wordt op het reversibel-irreversibel contrast en omdat de syntactische complexiteit gevarieerd kon worden (actief versus passief).

Procedure en EEG-opname

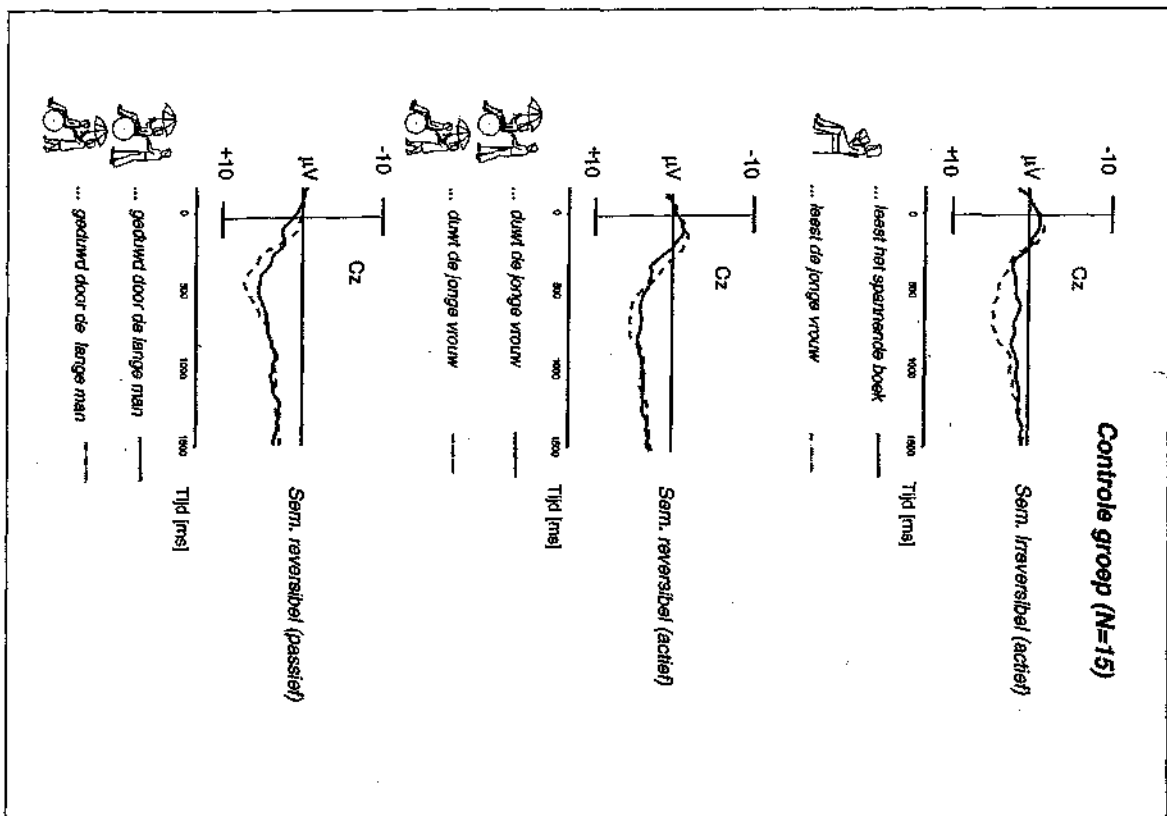
Proefpersonen zagen een plaatje op een computerscherm. Na 4 seconden verdween het plaatje en werd een zin aangeboden via de hoofdtelefoon. Een seconde na afloop van de zin moest de proefpersoon via het drukken op een knop aangeven of de zin wel of niet met het plaatje correspondeerde. Zowel de correctheid als de snelheid van deze respons werd geregistreerd.

Het EEG werd continu gemeten met een electrodenkapje waarin 29 elektroden gemonteerd waren.

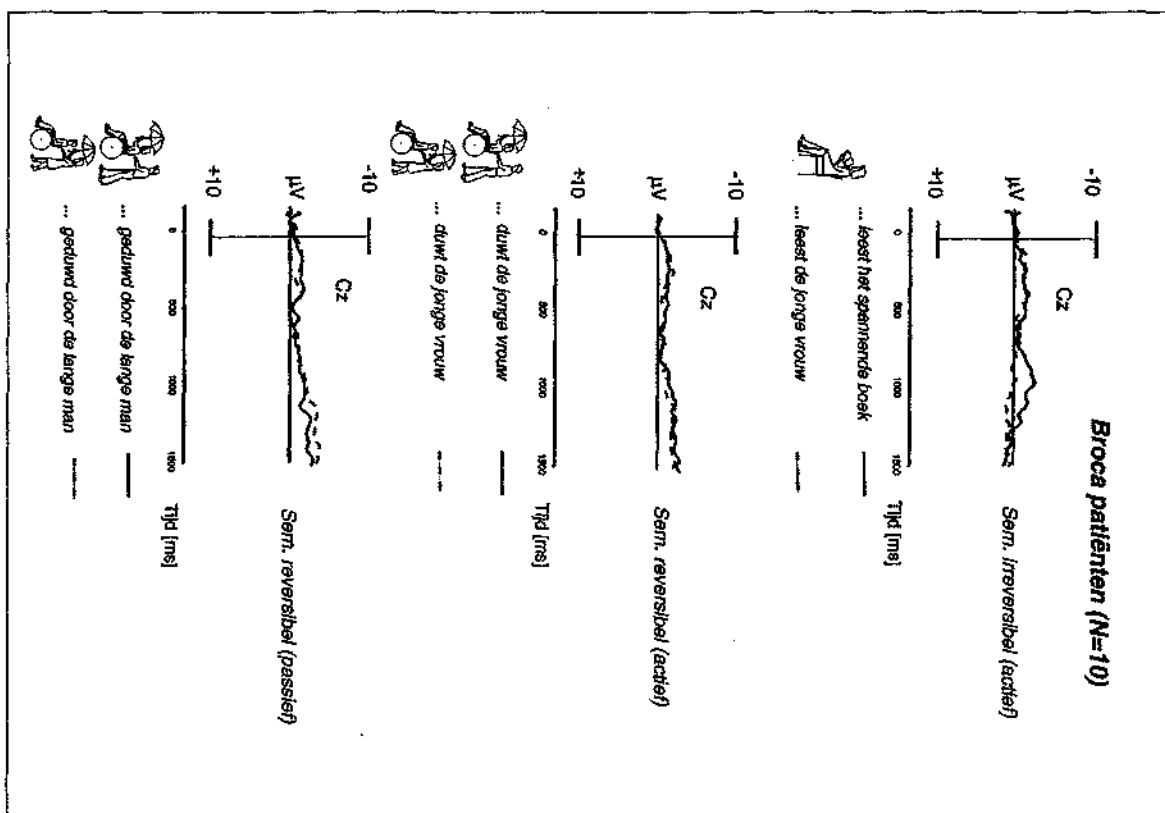
Resultaten

ERP-data controle groep

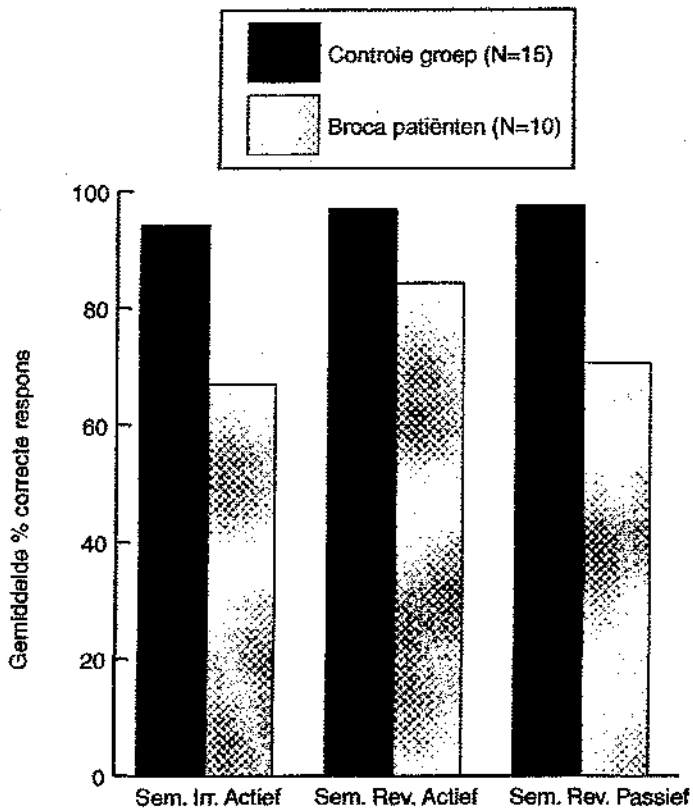
Figuur 2a geeft de gemiddelde ERP golfpatronen van de controlegroep weer voor de 3 zinstypen. Horizontaal is de tijd uitgezet in milliseconden (ms), verticaal de amplitude in microvolt (μV , negatief omhoog, positief omlaag). Tijdstip 0 ms is het moment waarop de akoestische onset van het werkwoord klinkt. Zodra deze werkwoordsinformatie binnenkomt gaan in alle 3 de condities



Figuur 2a: Gemiddelde ERP golfvormen van de Controle groep voor 1 elektrode (Cz) voor de 3 zinstypen. De golfvormen zijn opgelijnd op de positie van de akoestische onset van het werkwoord. Doorgetrokken lijn voor de matching zinnen, gestreepte lijn voor de niet-matching zinnen.



Figuur 2b: Gemiddelde ERP golfvormen van de Broca-patiënten voor 1 elektrode (Cz) voor de 3 zinstypen. De golfvormen zijn opgelijnd op de positie van de akoestische onset van het werkwoord. Doorgetrokken lijn voor de matching zinnen, gestreepte lijn voor de niet-matching zinnen.



Figuur 3: Gemiddeld percentage correcte respons per zinstype.

de golfvormen voor de matching en mismatching zinnen uiteen. De detectie van de mismatch wordt gereflecteerd door een vroeg negatief effect gevolgd door een positieve shift. De grootte van de effecten varieert als functie van zinstype.

ERP data Broca-patiënten

Figuur 2b geeft de gemiddelde ERP golfpatronen weer van de groep Broca-patiënten. Voor de semantisch irreversibele zinnen treedt een positief effect op, maar wel met een aanzienlijke vertraging van ongeveer 500 ms. In tegenstelling tot de data van de controlegroep treden voor de overige condities op de positie van het werkwoord geen ERP effecten op.

Gedragdata

Figuur 3 laat voor de beide groepen het gemiddelde percentage correcte respons zien voor de drie zinstypen. De Broca patiënten presteerden, hoewel boven kansnivo, voor alle zinstypen slechter dan de controle groep. Onverwacht was het resultaat dat de prestatie voor de irreversibele zinnen achter bleef bij die voor de reversibele actieve zinnen. Wel vertoonden de Broca-patiënten het verwachte patroon dat de passieve reversibele zinnen meer fouten oproepen dan de actieve.

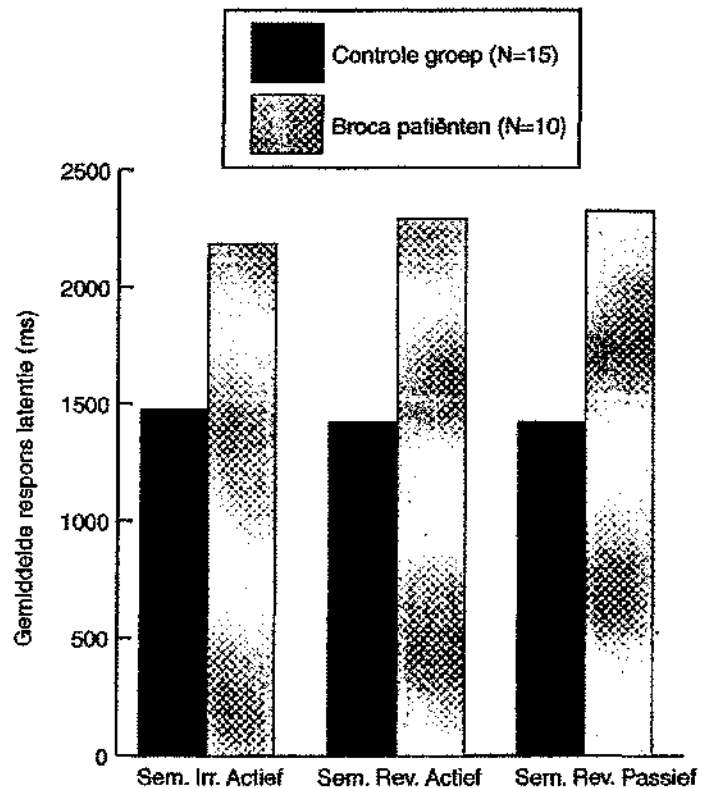
Figuur 4 geeft de gemiddelde responstijden weer voor de 3 zinstypen. Voor alle zinstypen reageerden de patiënten significant langzamer dan de controle proefpersonen.

Discussie en conclusies

In de controle groep zagen we dat de mismatch tussen de zin en het plaatje zeer snel gedetecteerd werd en wel zodra werkwoordsinformatie beschikbaar kwam. De vroege onset van het ERP effect suggereert dat de mismatch tussen de representaties van het plaatje en de zin *on-line* gedetecteerd wordt. Het ERP effect wordt verkregen op de positie van het werkwoord. Dit wijst erop dat deze detectie plaats vindt in relatie tot de thematische roltoekenning. Voor de Broca-patiënten vonden we een heel ander patroon. Zij lieten ofwel aanzienlijk vertraagde ERP effecten zien of helemaal geen effecten op de positie van het werkwoord. Het lijkt er dus op dat hier van een op zijn minst *vertraagde* toekenning van thematische rollen sprake is. De gedragsdata lieten echter prestaties boven kans nivo zien. Dit suggereert dat de patiënten tot op zekere hoogte de mismatch konden detecteren, maar dat dit niet *on-line* gebeurde. De langere responstijden doen vermoeden dat, als de *on-line* verwerking faalt, *off-line* strategieën worden aangewend om tot een (mis)matchdetectie te komen. We concluderen dat resultaten verkregen in klassieke sentence picture matching taken de aard van *on-line* verwerkingsproblemen kunnen maskeren.

Referenties

Berndt, R. S., Mitchum, C. C. & Haendiges, A. N. (1996). Comprehension of reversible sentences in "agrammatism": a meta-analysis.



Figuur 4: Gemiddelde respons latentie (ms) per zinstype.

- Cognition*, 58, 289-308.
- Caramazza, A. & Zurif, E. B. (1976). Dissociation of algorithmic and heuristic processes in language comprehension: Evidence from aphasia. *Brain and Language*, 3, 572-582.
- Hagoort, P. & Brown, C. M. (1993). Hersenpotentialen als maat voor het menselijk taalvermogen. *Stem-, Spraak- en Taalpathologie*, 2, 1-23.
- Huber, W., Klingenberg, G., Poeck, K. & Willmes, K. (1993). Die Supplemente zum Aachener Aphasie Test: Aufbau und Resultate der Validierung. *Neurolinguistik*, 7, 43-66.
- Osterhout, L., McLaughlin, J. & Bersick, M. (1997). Event-related brain potentials and human language. *Trends in Cognitive Sciences*, 1, 203-209.